

# Pemodelan Akuisisi Data Sistem *Monitoring* Kualitas Air Budidaya Pembenihan Ikan Kerapu

Deardi Yusuf Prayoga

deardi.yusufprayoga.te18@mhs.pnj.ac.id  
Politeknik Negeri Jakarta

Nuralam

nuralam@elektro.pnj.ac.id  
Politeknik Negeri Jakarta

## Abstrak

Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP) menyatakan bahwa pada tahun 2020 Indonesia mengalami kenaikan peringkat menjadi berada di posisi 8 sebagai eksportir utama produk perikanan dunia. Salah satu komoditas produk perikanan yang berkontribusi dalam peningkatan nilai ekspor tersebut adalah ikan kerapu. Menurut Balai Besar Perikanan Budidaya Laut (BBPBL) Lampung menyatakan bahwa perlu dilakukan pemeriksaan kualitas air budidaya ikan secara preventif dengan menerapkan digitalisasi pada pelaksanaannya. Sistem *monitoring* kualitas air pada kolam pembenihan budidaya ikan kerapu dibuat untuk mempermudah pembudidaya dalam melakukan pemeriksaan berkala terhadap kualitas air yang digunakan dengan parameter yang dimonitor yaitu suhu, derajat keasaman (pH), dan kadar garam (salinitas). Data kualitas air dapat dimonitor untuk membantu melihat tren perubahan serta rekam jejak data sehingga pembudidaya dapat mencegah terjadinya penyakit atau mengetahui penyebab jika terjadinya kematian pada ikan kerapu. Untuk jenis sensor yang digunakan adalah sensor derajat keasaman PH, sensor DSB18B20, dan sensor salinitas electrical conductivity. Hasil keluaran dari semua sensor berupa nilai tegangan, yang akan dibaca oleh ADS1115 yaitu ADC eksternal yang merubah nilai tegangan tersebut ke dalam bentuk satuan bit yang nantinya nilai ini akan dikonversi menjadi nilai pengukuran yang diinginkan dan ditampilkan melalui LCD TFT-ILI9341 sebagai tampilan *monitoring*. Hasil kalibrasi sensor PH dan salinitas yang dibandingkan dengan alat ukur referensi memiliki selisih pembacaan yang relatif kecil yaitu  $\pm 0.11$  untuk sensor PH dan  $\pm 0.24$  untuk sensor salinitas. Setelah dilakukan pengujian dengan air laut, ketiga sensor memiliki nilai akurasi yang cukup tinggi dengan akurasi untuk sensor suhu sebesar 99.13%, untuk sensor PH sebesar 99.08% dan sensor salinitas sebesar 98.50%.

**Kata Kunci** — Ikan Kerapu, Kalibrasi, *Monitoring*, Sensor PH, Sensor Salinitas, Sensor Suhu.

## Abstract

The Ministry of Maritime Affairs and Fisheries (KKP) stated that in 2020 Indonesia has increased its ranking to be in 8th position as a major exporter of world fishery products. One of the fishery product commodities that contribute to the increase in export value is grouper. According to the Lampung Marine Cultivation Fisheries Center (BBPBL), it is necessary to carry out preventive inspections of fish culture water quality by implementing digitalization in its implementation. The water quality monitoring system in grouper hatchery ponds is made to facilitate farmers in

conducting periodic checks on the quality of the water used with monitored parameters, namely temperature, acidity (pH), and salt content (salinity). Water quality data can be monitored to help see changing trends and track records so that farmers can prevent disease or find out the cause of grouper mortality. The types of sensors used are PH acidity sensor, DSB18B20 sensor, and electrical conductivity salinity sensor. The output of all sensors is in the form of a voltage value, which will be read by ADS1115, namely an external ADC that converts the voltage value into bit units, which later this value will be converted into the desired measurement value and displayed via the TFT-ILI9341 LCD as a monitoring display. The results of the calibration of the PH and salinity sensors compared with the reference measuring instrument have a relatively small difference in readings, namely  $\pm 0.11$  for the PH sensor and  $\pm 0.24$  for the salinity sensor. After testing with seawater, the three sensors have a fairly high accuracy value with an accuracy of 99.13% for the temperature sensor, 99.08% for the PH sensor and 98.50% for the salinity sensor.

**Keywords** — Calibration, Grouper, Monitoring, PH Sensor, Salinity Sensor, Temperature Sensor.

## I. PENDAHULUAN

Indonesia dikenal sebagai negara maritim yang memiliki sumber daya perikanan yang melimpah. Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP) menyatakan bahwa pada tahun 2020 Indonesia mengalami kenaikan peringkat menjadi berada di posisi 8 sebagai eksportir utama produk perikanan dunia. Selain itu, Direktur Pemasaran Direktorat Jenderal Penguatan Daya Saing Produk Kelautan dan Perikanan menyampaikan nilai ekspor produk perikanan pada bulan Juni 2021 sebesar USD464,2 juta, naik 24,3% dibandingkan bulan sebelumnya. Hal ini membuktikan produk perikanan Indonesia sangat berpotensi menghasilkan keuntungan [4].

Salah satu komoditas produk perikanan yang berkontribusi dalam peningkatan nilai ekspor tersebut adalah ikan kerapu. Hal ini terbukti pada bulan Juli 2020, Pengusaha budidaya ikan kerapu di Belitung melakukan ekspor senilai USD90.000 [3]. Kemudian, Dalam Rencana Strategis Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya Kementerian Kelautan dan Perikanan tahun 2020-2024 menyatakan transformasi digital dalam budidaya perikanan menjadi salah satu pembangunan kelautan dan perikanan. Maka dari itu, pemerintah berupaya melakukan pengembangan usaha budidaya agar dapat berbasis teknologi.

Balai Besar Perikanan Budidaya Laut (BBPBL) Lampung menyatakan dalam pelaksanaan budidaya ikan kerapu perlu dilakukan pemeriksaan berkala terhadap kualitas air yang digunakan. Pemeriksaan yang dilakukan bersifat preventif untuk menghindari ikan terjangkit oleh bakteri dan virus. Namun, pemeriksaan ini dilakukan dengan cara mendatangi kolam secara bergantian dan melakukan pengujian sampel air pada laboratorium menggunakan bahan kimia. Maka dari itu, pengembangan diperlukan dengan menerapkan digitalisasi pada budidaya ikan kerapu.

TABEL 1  
BAKU MUTU KUALITAS AIR BUDIDAYA IKAN KERAPU

Parameter	Rentang Kelayakan
Suhu	28 °C – 32 °C
Derajat Keasaman (pH)	7,5 – 8,5
Kadar Garam (Salinitas)	28 ppt – 33 ppt

Berdasarkan pemaparan sebelumnya, dapat direalisasikan sebuah sistem *monitoring* kualitas air pada kolam pembenihan budidaya ikan kerapu untuk mempermudah pembudidaya dalam melakukan pemeriksaan berkala terhadap kualitas air yang digunakan. Pada *monitoring* kualitas air ini digunakan tiga parameter yaitu suhu, derajat keasaman (pH), dan kadar garam (salinitas).

Berdasarkan hal diatas, data kualitas air dapat dimonitor untuk membantu melihat tren perubahan serta rekam jejak data sehingga pembudidaya dapat mencegah terjadinya penyakit atau mengetahui penyebab jika terjadinya kematian pada ikan kerapu..

## II. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan pengukuran nilai suhu, derajat keasaman (pH), dan kadar garam (salinitas) dan divisualisasikan pada layar *LCD*. Pada bab ini akan menjelaskan dasar teori, alat dan bahan, blok diagram, dan *flowchart* sistem.

### A. Konsep Dasar Monitoring

*Monitoring* merupakan bahasa asing dari memonitor yaitu suatu bentuk aktivitas untuk mendapatkan informasi secara rutin guna mengetahui kesesuaian dan ketepatan kegiatan yang dilaksanakan dengan rencana yang telah disusun. *Monitoring* digunakan pula untuk memperbaiki kegiatan yang menyimpang dari rencana, mengoreksi, serta untuk mengupayakan agar tujuan dapat dicapai seefektif dan seefisien mungkin [1]. Apabila *Monitoring* dilakukan dengan baik, maka dapat bermanfaat dalam memastikan kegiatan sesuai pedoman dan perencanaan program. Juga memberikan informasi kepada pengelola program apabila terjadi hambatan dan penyimpangan, serta sebagai masukan dalam pengambilan suatu keputusan.

Dalam hal ini, *Monitoring* dimaksudkan untuk mendapatkan informasi terkait kualitas air agar sesuai dengan prosedur budidaya yang dilakukan sehingga mempermudah pembudidaya dalam melakukan tindakan secara tepat untuk mengatasi hambatan yang terjadi pada pembudidayaan.

### B. Kualitas Air Budidaya Pembenihan Ikan Kerapu

Kondisi kualitas air mempunyai peran yang sangat penting bagi keberhasilan budidaya ikan kerapu dikarenakan air berfungsi sebagai media hidup bagi ikan. Parameter paling kritis yang mempengaruhi kualitas ikan kerapu ada 4 yaitu, tingkat suhu, derajat keasaman (pH), salinitas (kadar garam), dan tingkat kecerahan di dalam air [9]. Proses pembudidayaan yang dilakukan oleh Balai Besar Perikanan Budidaya Laut Lampung berada dalam suatu aula yang atapnya transparan sehingga tidak memperhatikan parameter tingkat kecerahan.



Gbr. 1 ESP32 Devkit



Gbr. 2 ADS1115

Adapun baku mutu kualitas air pada budidaya pembenihan ikan kerapu berdasarkan pada SNI 6488.3:2011 tentang Ikan Kerapu Macan (*Epinephelus fuscoguttatus, Forskal*) Bagian 3: Produksi Benih. Rentang parameter kualitas air yang tertera dapat dilihat di Tabel 1.

### C. ESP32 Devkit

ESP32 merupakan mikrokontroler dengan sistem rangkaian berdaya rendah terintegrasi dengan modul Wi-Fi dan Bluetooth yang didukung oleh mikroprosesor dua inti bernama Tensilica Xtensa LX6. Mikrokontroler ini disertai dengan *Analog to Digital Converter* (ADC) 12-bit sebanyak 18 pin, *Digital to Analog Converter* (DAC) 8-bit sebanyak 2 pin, serta beberapa jenis antarmuka seperti UART (*Universal Asynchronous Receiver/Transmitter*), I2C (*Inter-Integrated Circuit*), SPI (*Serial Peripheral Interface*), dan PWM (*Pulse Width Modulation*) [6].

### D. ADS1115

ADS1115 merupakan modul *Analog to Digital Converter* (ADC) yang memiliki resolusi 16-bit dengan kecepatan pembacaan hingga 860 sampel/detik. Pada modul ini terdapat sebuah multiplekser yang memungkinkan modul dapat bekerja dengan dua mode yaitu *single-ended* dan *differential*. Pada mode *single-ended* modul bekerja dengan menghubungkan input pada setiap pin, sedangkan mode *differential* modul bekerja dengan dua input pada dua pin. Kemudian, transfer data modul ini dilakukan menggunakan antarmuka I2C [12].

E. LCD TFT-ILI9341

LCD TFT ILI9341 merupakan salah satu jenis layar penampil yang terdiri dari TFT (*Thin Film Transistor*) yang beroperasi pada tegangan 3,3 Volt hingga 5 Volt. Adapun ILI9341 merupakan *driver* yang mengatur kerja dari 720 kanal sumber dan 320 kanal gerbang piksel sehingga membentuk resolusi 240RGBx320 [7]. ILI9341 dapat mendukung tiga jenis antarmuka yaitu 8-18bit data bus *MCU*, 6-18bit data bus *RGB*, dan 3-*Aline Serial Peripheral Interface* (*SPI*). Kemudian, terdapat kontroler XPT2046 sebagai *driver* sentuhan layar yang mengkonversi tekanan menggunakan *Analog to Digital Converter* (*ADC*) resolusi 12-bit dan kecepatan konversi 125kHz.



Gbr. 3 LCD TFT-ILI9341



Gbr. 4 Sensor Suhu DS18B20



Gbr. 5 Sensor pH SEN0169

F. Sensor Suhu

DS18B20 merupakan sensor yang dapat digunakan untuk mengukur suhu dengan resolusi 9-12bit dan beroperasi pada tegangan 3 Volt hingga 5,5 Volt. Sensor ini memiliki rentang pengukuran -55°C hingga +125°C dan tingkat akurasi kesalahan ±0,5°C pada suhu -10°C hingga +85°C. Selain itu, DS18B20 tidak memerlukan sebuah ADC dikarenakan keluaran sensor ini berupa data digital [10].

G. Sensor Derajat Keasaman (pH)

Sensor pH meter Pro SKU: SEN0169 Merupakan sebuah sensor yang digunakan untuk mengukur kadar pH. Sensor ini juga menggunakan elektrode industri dan memiliki koneksi praktis, mudah digunakan dan tahan lama, sehingga sangat cocok untuk digunakan pada sistem pemantauan. Diketahui Sensor pH Meter Pro SKU: SEN0169 memiliki rata-rata nilai

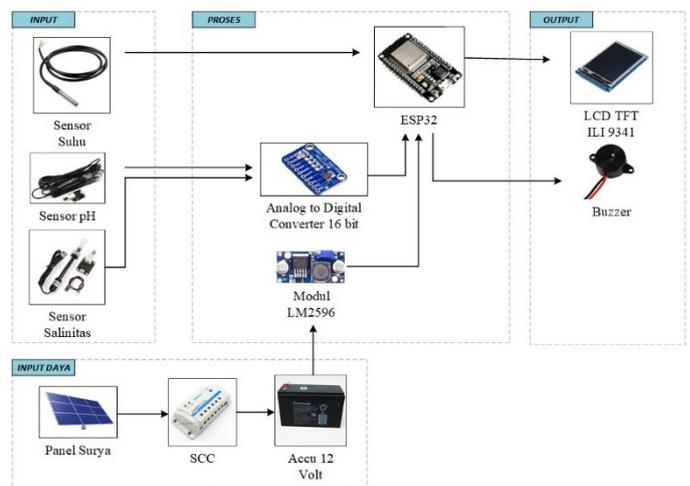
eror dari hasil ukur berkisar 0.06% sampai 2.33% dari hasil mengukur pH sungai [2].

H. Sensor Kadar Garam (Salinitas)

Salah satu metode pengukuran yang dapat digunakan untuk mengukur salinitas adalah metode daya hantar listrik atau konduktivitas. Konduktivitas merupakan kemampuan suatu bahan dalam mengalirkan listrik. Sifat daya hantar listrik ini bergantung pada nilai salinitas dan suhu air asin. Semakin tinggi nilai salinitas air maka akan semakin besar daya hantar listriknya [8].



Gbr. 6 Sensor Salinitas *Electrical Conductivity*



Gbr. 7 Diagram Blok Sistem

Referensi [3] menyatakan bahwa konversi nilai dari *Electrical Conductivity* menjadi nilai kadar garam (salinitas) dapat ditentukan dengan rumus sebagai berikut.

$$\text{Salinitas (ppt)} = \frac{EC}{500} \times 1000 \tag{1}$$

I. Diagram Blok

Diagram blok sistem dapat dilihat pada Gbr. 7. Secara keseluruhan, diagram blok sistem dapat dibagi menjadi tiga unit blok, yaitu blok input, blok proses dan blok output.

1) Blok Input

Blok input terdiri dari sensor Sensor pH meter Pro SKU: SEN0169, *Electrical Conductivity Sensor / Meter* (K=10), sensor suhu waterproof DS18B20. Berikut merupakan penjelasan lebih lanjut mengenai blok input.

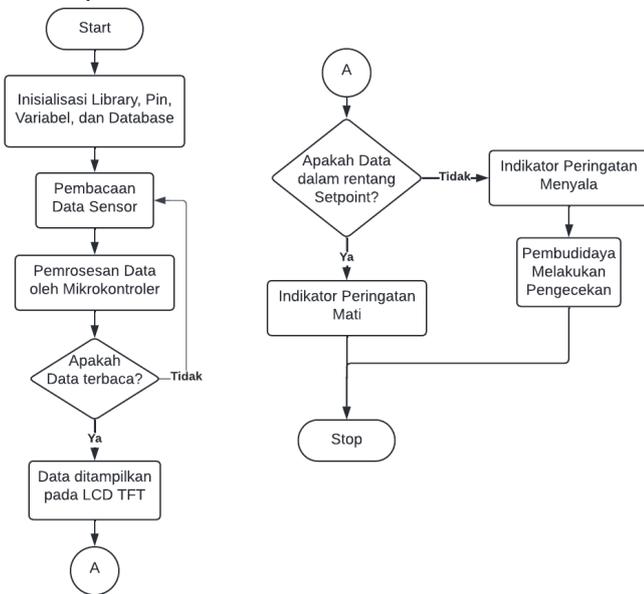
- Sensor pH meter Pro SKU: SEN0169 berfungsi sebagai pengukur kadar derajat keasaman (pH).



- *Electrical Conductivity* Sensor / Meter (K=10) berfungsi sebagai pengukur kadar garam dalam air (salinitas).
- Sensor suhu *waterproof* DS18B20 berfungsi sebagai pengukur suhu dalam air.

2) *Blok Proses*

Blok proses terdiri dari satu buah ESP32 Devkit, ADC 16bit ADS1115, dan modul LM2596. Berikut merupakan penjelasan lebih lanjut mengenai blok proses.



Gbr. 8 *Flowchart* Sistem

- ESP32 Devkit berfungsi sebagai pemroses dari sistem pengukuran, data akuisisi dan kontrol.
- ADC 16bit ADS1115 berfungsi sebagai adc eksternal untuk mengukur tegangan dari sensor pH dan sensor *electrical conductivity*.
- LM2596 berfungsi sebagai penurun tegangan DC dari 12 ke 5 Volt.

3) *Blok Output*

Blok output terdiri dari satu buah LCD TFT ILI9341, dan satu buah buzzer. Berikut merupakan penjelasan lebih lanjut mengenai blok proses.

- LCD TFT ILI9431 berfungsi untuk menampilkan data hasil pengukuran sensor suhu, sensor pH dan sensor salinitas. Terdapat juga indikator warning dari setiap parameter yang diukur.
- *Buzzer* berfungsi sebagai peringatan apabila salah satu dari ketiga parameter yang diukur melebihi atau berada di bawah *set point*.

dilanjutkan dengan pembacaan data oleh sensor suhu, pH, dan salinitas. Selanjutnya, dilakukan pengolahan data oleh mikrokontroler ESP32. Setelah data didapatkan, maka data akan ditampilkan pada layar LCD TFT. Kemudian data akan dibandingkan dengan rentang nilai *setpoint*, apabila berada diluar batas rentang maka indikator peringatan seperti *led* pada LCD dan *buzzer* akan menyala dan pembudidaya perlu melakukan pengecekan terhadap air yang digunakan, sedangkan jika data masih dalam batas rentang, maka indikator peringatan akan mati.

TABEL 2  
KELUARAN TEGANGAN SENSOR PH PADA TITIK-TITIK ACUAN

Rata-rata Tegangan (mV)	pH
2004	4
1479	7

TABEL 3  
DATA HASIL PENGUJIAN KALIBRASI SENSOR PH

Sampel	Sensor pH	pH Meter
1	9.47	9.58
2	9.48	9.58
3	9.47	9.58
4	9.47	9.58
5	9.47	9.58
6	9.47	9.58
7	9.47	9.58
8	9.48	9.58
9	9.47	9.58
10	9.46	9.58
Rata-rata	9.47	9.58

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah melakukan perancangan dan realisasi maka harus melakukan pengujian pada alat yang telah dibuat. Pengujian dilakukan untuk memastikan sensor dan sistem *monitoring* bekerja dengan baik dan mengambil data suhu, pH, dan salinitas.

A. *Kalibrasi Sensor pH*

Pengujian dilakukan untuk mengkalibrasi sensor derajat keasaman (pH) yang akan digunakan pada sistem sehingga dapat diketahui nilai akurasi pembacaannya. Pengambilan data dilakukan selama kurang lebih 1 menit dengan waktu pengambilan sampel setiap 1 detik sekali dengan dua titik acuan yaitu larutan buffer 4.0 dan 7.0.

Setelah didapatkan rata-rata nilai keluaran tegangan sensor dari masing-masing titik acuan yang dapat dilihat pada Tabel 2. Nilai yang tercantum dalam Tabel 2 dapat digunakan pada perhitungan *scaling linear* untuk mendapatkan nilai *slope* dan *intercept* pada persamaan berikut.

$$Y = mX + b \tag{2}$$

$$m = \frac{(y_2 - y_1)}{(x_2 - x_1)} \tag{3}$$

J. *Flowchart* Sistem

Alur proses bekerja sistem dapat dilihat pada Gbr. 8. Saat sistem mendapatkan daya, maka dilakukan inisialisasi library, pin, variabel, serta database yang digunakan. Kemudian, proses

$$m = \frac{(7-4)}{(1479-2004)} = \frac{3}{-525} = -0,00571 \quad (4)$$

$$b = Y - mX = 4 - (-0,00571 \times 2004) = 15,44284 \quad (5)$$

Setelah didapatkan nilai *slope* dan *intercept*, kemudian dilakukan pengujian pembacaan sensor pada larutan buffer 9.18. Pengujian dilakukan selama 10 detik dengan pengambilan sampel setiap 1 detik sekali. Berikut tabel data dari hasil pengujian.

TABEL 4  
KELUARAN TEGANGAN SENSOR SALINITAS PADA TITIK-TITIK ACUAN

Rata-rata Tegangan (mV)	pH
717.70	17
1273.73	33

TABEL 5  
DATA HASIL PENGUJIAN KALIBRASI SENSOR SALINITAS

Sampel	Sensor Salinitas	Refraktometer
1	25.23	25
2	25.24	25
3	25.24	25
4	25.24	25
5	25.23	25
6	25.24	25
7	25.24	25
8	25.24	25
9	25.24	25
10	25.24	25
Rata-rata	25.24	25

Setelah dilakukan pengujian pembacaan sensor pH yang telah dikalibrasi, maka dilakukan analisis perbedaan dengan nilai yang dibaca oleh pH meter dengan mencari selisih antara kedua pengukuran sehingga didapatkan nilai deviasi dan akurasi dari sensor terhadap pengukuran pH dengan menggunakan rumus berikut.

$$Deviasi = |\text{Nilai sensor} - \text{Nilai meter}| \quad (6)$$

$$\text{Error Pengukuran} = \left| \frac{\text{Nilai sensor} - \text{Nilai meter}}{\text{Nilai meter}} \right| \times 100 \quad (7)$$

$$\text{Akurasi (\%)} = 100 - \text{Kesalahan Pengukuran} \quad (8)$$

Berdasarkan perhitungan tersebut, diketahui nilai deviasi sebesar 0.11 dan kesalahan pengukuran nilai pH setelah sensor dikalibrasi sebesar 1.14%. Dengan demikian, maka akurasi pengukuran dari sensor pH adalah 9.86%

### B. Kalibrasi Sensor Salinitas

Pengujian dilakukan untuk mengkalibrasi sensor salinitas yang akan digunakan pada sistem sehingga dapat diketahui nilai akurasi pembacaannya. Pengambilan data dilakukan selama kurang lebih 1 menit dengan waktu pengambilan sampel setiap 1 detik sekali dengan dua titik acuan yaitu larutan buffer 17 ppt dan 33 ppt.

Setelah didapatkan rata-rata nilai keluaran tegangan sensor dari masing-masing titik acuan yang dapat dilihat pada Tabel 4, dan selanjutnya nilai yang tercantum dapat digunakan pada perhitungan *scaling linear* untuk mendapatkan nilai *slope* dan *intercept* pada persamaan berikut.

$$Y = mX + b \quad (2)$$

$$m = \frac{(y_2 - y_1)}{(x_2 - x_1)} \quad (3)$$

$$m = \frac{(33-17)}{(1273.73-717.70)} = \frac{3}{556.03} = 0,00539 \quad (4)$$

TABEL 6  
DATA HASIL PENGUJIAN AIR DINGIN

Sampel	Sensor Suhu	Termometer
1	26.44	26.50
2	26.5	26.80
3	26.56	26.90
4	26.62	26.90
5	26.62	26.90
6	26.69	26.90
7	26.69	26.90
8	26.75	27.00
9	26.81	27.00
10	27.00	27.00
Rata-rata	26.66	26.88

TABEL 7  
DATA HASIL PENGUJIAN AIR NORMAL

Sampel	Sensor Suhu	Termometer
1	32.13	32.50
2	32.13	32.50
3	32.25	32.50
4	32.31	32.50
5	32.31	32.50
6	32.25	32.50
7	32.25	32.50
8	32.19	32.50
9	32.19	32.50
10	32.13	32.50
Rata-rata	32.21	32.50

$$b = Y - mX = 17 - (0,00539 \times 717.70) = 13,13159 \quad (5)$$

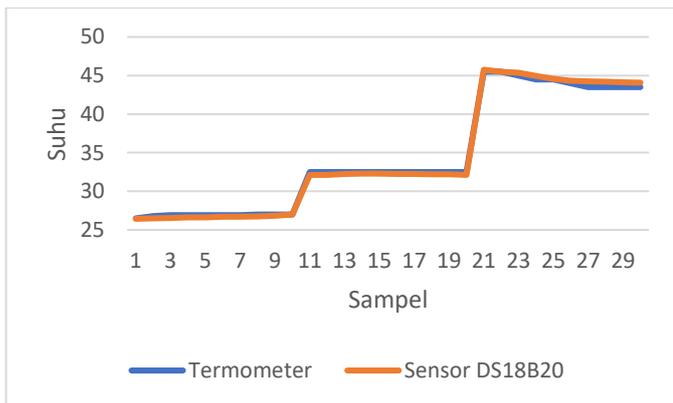
Setelah didapatkan nilai *slope* dan *intercept*, kemudian dilakukan pengujian pembacaan sensor pada larutan buffer 25 ppt. Pengujian dilakukan selama 10 detik dengan pengambilan sampel setiap 1 detik sekali. Data dari hasil pengujian dapat dilihat di Tabel 5. Kemudian, setelah dilakukan pengujian pembacaan sensor salinitas yang telah dikalibrasi, maka dilakukan analisis perbedaan dengan nilai yang dibaca oleh refraktometer dengan mencari selisih antara kedua pengukuran sehingga didapatkan nilai deviasi dan akurasi dari sensor terhadap pengukuran salinitas dengan menggunakan persamaan (6), (7), dan (8). Berdasarkan perhitungan tersebut, diketahui nilai deviasi sebesar 0.24 dan kesalahan pengukuran nilai pH setelah sensor dikalibrasi sebesar 0.95%. Dengan demikian, maka akurasi pengukuran adalah 99.05%.

C. Pengujian Sensor Suhu

Pengujian dilakukan dengan menggunakan termometer sebagai pembanding suhu air. Adapun tiga tahapan dalam pengujian ini yaitu menggunakan air dingin (< 25 °C), air normal (25-33 °C), dan air panas (> 33 °C). Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui akurasi pembacaan sensor pada sistem, yaitu pengukuran nilai suhu yang terbaca oleh alat ukur pada sistem dibandingkan dengan hasil pembacaan nilai suhu oleh termometer. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 6,7, dan 8.

TABEL 8  
DATA HASIL PENGUJIAN AIR PANAS

Sampel	Sensor Suhu	Termometer
1	45.75	45.50
2	45.50	45.50
3	45.38	45.00
4	44.94	44.50
5	44.56	44.50
6	44.31	44.00
7	44.25	43.50
8	44.19	43.50
9	44.13	43.50
10	44.06	43.50
Rata-rata	44.70	44.30



Gbr. 9 Grafik Hasil Pengujian Sensor Suhu

Grafik hasil pengujian dengan sensor suhu dapat dilihat pada Gbr. 9. Dengan menggunakan rumus nilai deviasi dan akurasi dari sensor pada persamaan (6), (7), dan (8), maka diketahui rata-rata nilai deviasi sebesar 0.3 dan rata-rata persentase kesalahan nilai suhu dari hasil pengujian sebesar 0.87%. Hal ini menunjukkan akurasi pengukuran dari sensor suhu sebesar 99.13%.

D. Pengujian Keandalan Sistem

Pengujian dilakukan untuk melihat apakah nilai hasil pembacaan sensor terhadap air laut yang diberikan gangguan perubahan nilai pH dan nilai salinitas sudah berjalan sesuai dengan rancangan. Pengujian ini diasumsikan sebagai kondisi pada air laut saat berada dalam atau diluar batas rentang karakteristik budidaya ikan kerapu.

Pengujian dilakukan terpisah antara gangguan nilai pH dan salinitas. Untuk gangguan nilai pH dilakukan tiga tahap pengujian yaitu pembacaan air laut normal, penambahan 10ml larutan pH Up, dan penambahan 10ml pH Down. Sedangkan untuk pengujian gangguan salinitas dilakukan tiga tahap yaitu pembacaan air laut normal, penambahan 500ml air ledeng, dan penambahan 2000ml air ledeng.

Pengujian dilakukan kurang lebih selama 10 menit dengan waktu pengambilan sampel 1 menit sekali. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 9 sampai dengan Tabel 14.

TABEL 9  
DATA HASIL PENGUJIAN AIR LAUT NORMAL

Sampel	Sensor pH	pH Meter
1	7.94	8.05
2	7.95	8.03
3	7.95	8.03
4	7.94	8.03
5	7.94	8.03
6	7.95	8.04
7	7.95	8.04
8	7.99	8.05
9	8.01	8.05
10	7.99	8.03
Rata-rata	7.96	8.03

TABEL 10  
DATA HASIL PENGUJIAN AIR LAUT PENAMBAHAN 10ML PH UP

Sampel	Sensor pH	pH Meter
1	9.67	9.70
2	9.68	9.65
3	9.67	9.68
4	9.69	9.64
5	9.70	9.67
6	9.72	9.65
7	9.70	9.65
8	9.73	9.64
9	9.75	9.70
10	9.76	9.69
Rata-rata	9.70	9.66

TABEL 11  
DATA HASIL PENGUJIAN AIR LAUT PENAMBAHAN 10ML PH DOWN

Sampel	Sensor pH	pH Meter
1	3.58	3.59
2	3.61	3.52
3	3.58	3.57
4	3.63	3.53
5	3.60	3.50
6	3.61	3.52
7	3.60	3.54
8	3.63	3.52
9	3.60	3.54
10	3.58	3.60
Rata-rata	3.60	3.54

Gbr. 10 menunjukkan grafik hasil pengujian gangguan pH. Dengan menggunakan rumus nilai deviasi dan akurasi dari sensor pada persamaan (6), (7), dan (8), maka diketahui persentase kesalahan pengujian sensor pH. Untuk pengukuran nilai pH pada air laut normal memiliki persentase kesalahan sebesar 0.62%, untuk pengukuran pH dengan penambahan 10ml pH Up sebesar 0.72%, dan untuk pengukuran pH dengan penambahan 10ml pH Down sebesar 1.41%. Sehingga didapatkan nilai rata-rata kesalahan persentase pembacaan sensor pH sebesar 0.92%. Dengan demikian, maka akurasi pengukuran dari sensor pH adalah 99.08%.

TABEL 12  
DATA HASIL PENGUJIAN AIR LAUT NORMAL

Sampel	Sensor Salinitas	Refraktometer
1	32.16	33
2	32.50	33
3	32.34	33
4	32.40	33
5	32.38	33
6	32.63	33
7	32.70	33
8	32.77	33
9	32.74	33
10	32.86	33
Rata-rata	32.54	33

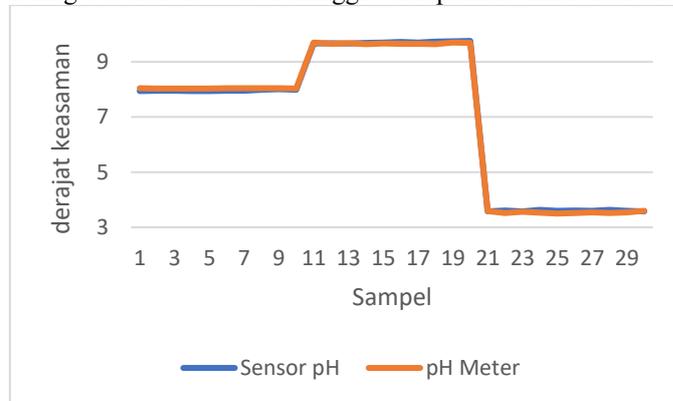
TABEL 13  
DATA HASIL PENGUJIAN AIR LAUT PENAMBAHAN 500ML AIR LEDENG

Sampel	Sensor Salinitas	Refraktometer
1	30.59	30
2	30.45	30
3	30.52	30
4	30.63	30
5	30.63	30
6	30.45	30
7	30.59	30
8	30.52	30
9	30.4	30
10	30.45	30
Rata-rata	30.52	30

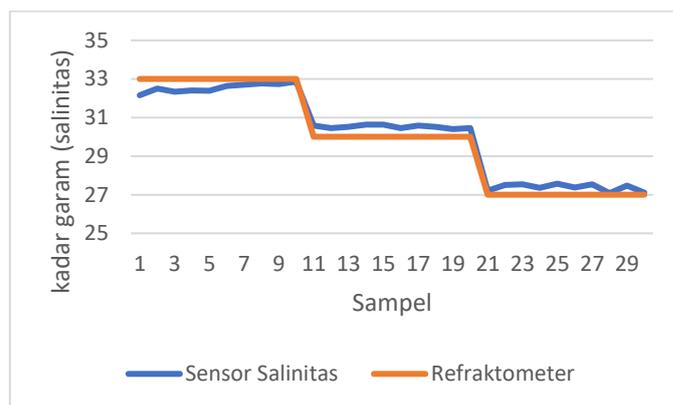
TABEL 14  
DATA HASIL PENGUJIAN AIR LAUT PENAMBAHAN 2000ML AIR LEDENG

Sampel	Sensor Salinitas	Refraktometer
1	27.20	27
2	27.51	27
3	27.54	27
4	27.35	27
5	27.58	27
6	27.38	27
7	27.54	27
8	27.08	27
9	27.47	27
10	27.11	27
Rata-rata	27.37	27

Gbr. 10 menunjukkan grafik hasil pengujian gangguan salinitas. Dengan menggunakan rumus nilai deviasi dan akurasi dari sensor pada persamaan (6), (7), dan (8), maka diketahui persentase kesalahan pengujian sensor salinitas. Untuk pengukuran nilai salinitas pada air laut normal memiliki persentase kesalahan sebesar 1.39%, untuk pengukuran salinitas dengan penambahan 500ml air ledeng sebesar 1.73%, dan untuk pengukuran salinitas dengan penambahan 2000ml air ledeng sebesar 1.37%. Sehingga didapatkan nilai rata-rata



Gbr. 10 Grafik Hasil Pengujian Gangguan pH



Gbr. 11 Grafik Hasil Pengujian Gangguan Salinitas

kesalahan persentase pembacaan sensor salinitas sebesar 1.50%. Dengan demikian, maka akurasi pengukuran dari sensor salinitas adalah 98.50%.

#### IV. KESIMPULAN (PENUTUP)

Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan, maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

- Berdasarkan perhitungan nilai deviasi dan persentase kesalahan pengujian sensor suhu diketahui selisih pembacaan dengan alat ukur sebesar  $\pm 0.3$ . Kemudian, Sensor derajat keasaman (pH) dan kadar garam (Salinitas) dapat terkalibrasi dengan baik sehingga selisih pembacaan sensor dengan alat ukur referensi relatif kecil yaitu  $\pm 0.11$  untuk pH dan  $\pm 0.24$  untuk salinitas;
- Berdasarkan pengujian yang dilakukan menggunakan air laut yang diberikan gangguan perubahan nilai pH dan nilai salinitas. Didapatkan nilai akurasi sensor suhu sebesar

99.13%, sensor pH sebesar 99.08% dan nilai akurasi sensor salinitas sebesar 98.50%. Oleh karena itu, maka sensor-sensor dapat digunakan untuk penerapan digitalisasi dalam memonitor kualitas air laut. Akan tetapi, perlu diperhatikan posisi sensor suhu agar tidak berdekatan atau adanya sekat dengan sensor lainnya agar tidak menimbulkan interfensi dan membuat pembacaan menjadi *error*;

3. Dari hasil pengujian, diketahui bahwa LCD TFT-ILI9341 dapat menampilkan data pembacaan sensor yang telah diolah oleh ESP32.

#### REFERENSI

- [1] BPSDM PUPR. (2021). *Modul Monitoring dan Evaluasi Perkotaan*. Vol. 44, Issue 1. <https://doi.org/10.47655/dialog.v44i1.470>
- [2] Dinambar, B. P., & Sriwijaya, P. N. (2017). "ANALISA PENGUKURAN KADAR PH DAN TINGKAT KEJERNIHAN AIR PADA ROBOT KAPAL". Politeknik Negeri Sriwijaya.
- [3] Garai, A. N., Hamsir, I., Wahab, A., & Sardju, A. P. (2018). "Sistem Akuisisi Data Pada Perairan Laut". *PROtek: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 05(1), 18–23.
- [4] HUMAS DITJEN PDSPKP. (2020). "SEBANYAK 15 TON KERAPU DI EKSPOR KE HONGKONG, KKP PASTIKAN DEvisa EKSPOR TERUS DIGENJOT". <https://kkp.go.id/djpb/artikel/21539-sebanyak-15-ton-kerapu-di-ekspor-ke-hongkong-kkp-pastikan-devisa-ekspor-terus-digenjot>.
- [5] HUMAS DITJEN PDSPKP. (2021). "Peringkat Indonesia Sebagai Eksporir Produk Perikanan Dunia Meningkat di Masa Pandemi". <https://kkp.go.id/djpdspkp/artikel/33334-peringkat-indonesia-sebagai-eksporir-produk-perikanan-dunia-meningkat-di-masa-pandemi>.
- [6] Indonesia, S. N., & Nasional, B. S. (2011). *Ikan kerapu macan (Epinephelus fuscoguttatus, Forskal) - Bagian 3: Produksi benih ICS*.
- [7] Maier, A., Sharp, A., & Yuriy, V. (2017). *Comparative Analysis and Practical Implementation of the ESP32 Microcontroller Module for the Internet of Things. Internet Technologies and Applications (ITA)*, 143–148.
- [8] Nur, F. U. (2020). "LCD Touchscreen Otomatis Untuk Pemesanan Makanan Secara Drive Thru". *Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, 1(2), 273–279.
- [9] Prakosa, J. A., Sirenden, B. H., Rustandi, D., Kartiwa, B., & Maftukhah, T. (2020). "PERBANDINGAN PENGUKURAN SALINITAS AIR ANTARA METODE DAYA". Vol. 44 no. 2, 199–211.
- [10] Rizal, F., Santyadiputra, G. S., & Pradnyana, G. A. (2021). "Prototype of Water Quality Monitoring for Grouper Fish Pond Based on Microcontroller Arduino". *International Journal of Natural Science and Engineering*, 5(2), 77. <https://doi.org/10.23887/ijnse.v5i2.32702>.
- [11] Saputro, A. F. Y., & Prasetyo, D. A. (2022). "Rancang Bangun Thermopen Sebagai Pengukur Suhu Menggunakan Sensor DS18B20 Dilengkapi Internet of Things". *Emitor: Jurnal Teknik Elektro*, 22(1), 26–33. <https://doi.org/10.23917/emitor.v22i1.14928>.
- [12] Syafiera, N. (2021). "Sistem Monitoring Kualitas Air pada Pembudidayaan Ikan Air Tawar di Ansafa Farm". Politeknik Negeri Jakarta.
- [13] Wantika, T., & Wahyudi. (2021). "Rancang Bangun Alat Resistivitas Berbasis Arduino Menggunakan Modul ACS712 dan ADS1115". *Repository ITERA*. <https://repo.itera.ac.id/depan/submission/SB2102140024>.